

## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



REC'D 05 JUL 2004  
WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 31 314.1

**Anmeldetag:** 10. Juli 2003

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Einrichtung zur Lokalisierung der Position wenigstens zweier Sendeeinheiten, insbesondere für das Überwachen mindestens eines Parameters für mehrere Fahrzeugräder eines KFZ

**IPC:** G 01 S, B 60 C, B 60 R

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 07. Juni 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

*Weinher*  
Weinher

## Beschreibung

Verfahren und Einrichtung zur Lokalisierung der Position wenigstens zweier Sendeeinheiten, insbesondere für das Überwachen mindestens eines Parameters für mehrere Fahrzeugräder eines KFZ

Die Erfindung betrifft Verfahren und eine Einrichtung zur Lokalisierung der Position wenigstens zweier Sendeeinheiten, insbesondere für das Überwachen mindestens eines Parameters für mehrere Fahrzeugräder eines KFZ.

Das Überwachen von Parametern eines Fahrzeuggrades, bspw. des Reifendrucks oder der Reifentemperatur, spielt für die Sicherheit des Fahrzeugs bzw. des Fahrzeugführers eine entscheidende Rolle. Um das manuelle Überprüfen derartiger Parameter entbehrlich zu machen, wurden Einrichtungen entwickelt, mit welchen es möglich ist, wichtige Parameter von Fahrzeugrädern selbsttätig zu erfassen und bspw. mittels entsprechender Anzeigeeinrichtungen im Armaturenbrett anzuzeigen. Da in der Regel gewünscht ist, nicht nur die Parameter anzuzeigen, sondern auch eine eindeutige Zuordnung zwischen den angezeigten Parametern und der Position des betreffenden Rades anzugeben, ist es erforderlich, eine derartige Einrichtung so zu gestalten, dass diese Zuordnung auch nach dem Wechsel eines Rades erhalten bleibt bzw. neu initialisierbar ist.

Hierzu ist es bekannt, jede Detektoreinrichtung, die jeweils an einem Rad angeordnet ist, einer Empfangseinheit zuzuordnen, die in der Nähe der betreffenden Radposition vorgesehen ist. Auf diese Weise ist es möglich, an Hand der Intensität der von einer Empfangseinheit empfangenen Signale das Signal der jeweils benachbarten Detektoreinrichtung festzustellen,

indem das Signal mit der größten Intensität ausgewählt wird. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Detektoreinrichtungen der Räder eines Fahrzeugs mit im Wesentlichen der selben Sendeleistung senden, so dass das Signal des jeweils unmittelbar benachbarten Rades bzw. der benachbarten Detektoreinrichtung am Empfangsort die größte Signalintensität aufweist.

Nachteilig bei einer derartigen Einrichtung ist jedoch, dass für jedes Rad eine Empfangseinrichtung erforderlich ist, deren empfangenes Signal dann leitungsgebunden zu einer zentralen Auswerte- und Steuereinheit oder direkt zu einer Anzeigeeinheit geführt werden muss.

Aus der EP-A-0 806 306 ist ein Luftdruck-Kontrollsyste 15 bekannt, bei dem die Zuordnung der Radpositionen zu den Luftdruck-Kontrollvorrichtungen, die an den Rädern angeordnet sind, dadurch ermöglicht wird, dass mit den Luftdruck-Kontrollvorrichtungen und mit jeweils einer weiteren, den Rädern zugeordneten Messvorrichtung, ein weiterer Parameter für jedes Rad erfasst wird. Hierbei kann es sich bspw. um die Raddrehzahl handeln. Die Luftdruck-Kontrollvorrichtungen übermitteln somit nicht nur Messwerte für den Luftdruck sondern auch Messwerte für den weiteren Parameter an eine Zentraleinheit. Da für den selben weiteren Parameter auch Messwerte von den weiteren Messvorrichtungen an die Zentraleinheit übermittelt werden, kann die Zentraleinheit durch einen Vergleich der Messwerte für den weiteren Parameter eine Zuordnung einer Luftdruck-Kontrollvorrichtung zu einer Radposition vornehmen, wenn der von der betreffenden Luftdruck-30 Kontrollvorrichtung für den weiteren Parameter gelieferte Messwert genügend genau mit dem betreffenden Messwert des Parameters einer weiteren Messvorrichtung übereinstimmt. Denn die weiteren Messvorrichtungen sind ortsfest am Fahrzeug

(nicht am Rad) angeordnet und bleiben damit dauernd einer bestimmten Radposition zugeordnet.

5 Nachteilig bei dieser Einrichtung ist der zusätzliche Aufwand für die beiden Sensoren zur Erfassung des weiteren Parameters. Selbst falls der weitere Parameter mit demjenigen Sensor erfassbar ist, der ohnehin am Rad zur Erfassung des Luftdrucks vorgesehen ist, ist pro Rad ein weiterer, ortfest am Fahrzeug vorgesehener Sensor zur Erfassung des weiteren Parameters nötig.

10 Schließlich ist aus der EP-A-0 931 679 ein Verfahren zur Zuordnung der Radposition eines KfZ bekannt, bei dem die Sendesignale von den Rädern zugeordneten Sendeeinheiten zu einer zentralen Empfangs- und Auswerteeinheit übertragen werden und bei dem die unterschiedlichen charakteristischen Einflüsse der einzelnen Übertragungswege bei rotierenden Rädern auf das jeweilige Empfangssignal zur Zuordnung der Signale zu den Radpositionen ausgeweitet werden. Hierzu wird die Einhüllende des durch die zeitvarianten Änderungen der Übertragungseigenschaften amplitudenmodulierten Empfangssignals mit gespeicherten Signaturen verglichen. Nachteilig hierbei ist jedoch das relativ aufwändige Erfassen und Auswerten der Einhüllenden. Dies bedingt einen hohen Speicher- und Rechenaufwand.

25 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren und eine Einrichtung zur Lokalisierung der Position wenigstens zweier Sendeeinheiten, insbesondere für das Überwachen mindestens eines Parameters für mehrere Fahrzeugräder eines KfZ, zu schaffen, wobei die Lokalisierung auf einfache Weise und mit der erforderlichen Sicherheit möglich ist, wobei gleichzeitig ein möglichst geringer Hardwareaufwand angestrebt wird.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. 8.

5 Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass bei einer Datenübertragung mittels eines vorzugsweise phasen- oder frequenzmodulierten Signals die am Empfangsort einer zentralen Auswerte- und Steuereinheit auftretende Signalleistung von den Eigenschaften des Übertragungswegs zwischen der an einem  
10 Rad angeordneten Detektoreinheit und der Auswerte- und Steuereinheit beeinflusst wird. Die Eigenschaften des Übertragungsweges werden dabei zum einen von der Winkelstellung des Rades und damit der Position der Detektoreinheit und zum anderen durch die das von der betreffenden Winkelstellung aus  
15 gesendete Signal beeinflussenden Teile bzw. Bereiche des Fahrzeugs bestimmt. Es hat sich in der Praxis herausgestellt, dass die Übertragungswege bei einer Rotation der Räder an den verschiedenen Radpositionen jeweils unterschiedlich und gleichzeitig charakteristisch für die Radpositionen sind.  
20

Erfindungsgemäß wird daher vorzugsweise die mittlere Signalleistung des Empfangssignals von der Auswerte- und Steuereinheit ausgewertet, um die Zuordnung eines Empfangssignals bzw. der betreffenden Sendeeinheit zu einer Radposition oder Achsenposition zu ermöglichen.  
25

Ganz allgemein gesprochen wird ein Teil N der Sendeeinheiten einer ersten Sendergruppe und der andere Teil M der Sendeeinheiten einer zweiten Sendergruppe zugeordnet, wobei jeder  
30 Sendergruppe ein örtlicher Bereich, beispielsweise der Positionsreich „Hinterachse“ oder der Positionsreich „Vorderachse“ zugeordnet ist. Dieses Bilden von Sendergruppen kann entweder aus Gründen einer einfacheren Auswertung vorgenommen

werden oder deshalb, weil die Übertragungswege die Sendesignale doch nicht so unterschiedlich beeinflussen, dass diese am Ort der Empfangsanenne der Empfangseinheit eine ausreichend unterschiedliche (über einen langen Zeitraum gemittelte) mittlere Leistung aufweisen und demzufolge allein durch die einfache Auswertung der mittleren Leistung kaum oder jedenfalls nicht mit der erforderlichen Sicherheit zu unterscheiden sind.

10 Selbstverständlich können mit dem erfindungsgemäß Verfahren jedoch auch einzelne Sendeeinheiten lokalisiert werden. Insbesondere kann das Verfahren des Aufteilens der Sendeeinheiten in zwei Gruppen mehrfach nacheinander angewendet werden. Z.B. kann nach dem Zuordnen der Sendeeinheiten zu den beiden

15 Sendergruppen das Verfahren wiederum auf jede der beiden Gruppen angewendet werden, also jede Gruppe ihrerseits wieder in zwei Teilgruppen aufgeteilt werden.

20 Erfindungsgemäß werden die  $N$  Sendeeinheiten der insgesamt  $N+M$  Sendeeinheiten mit den jeweils  $N$  größten Mittelwerten des Empfangssignals der ersten Sendergruppe und damit dem betreffenden örtlichen Bereich zugeordnet und die  $M$  Sendeeinheiten mit den jeweils  $M$  kleinsten Mittelwerten des Empfangssignals der zweiten Sendergruppe bzw. dem betreffenden örtlichen

25 Bereich.

30 Als Maß für die Sicherheit der Zuordnung dient der minimale Abstand der mittleren Leistungen der Empfangssignale der beiden Sendergruppen; Mit anderen Worten: Es werden das in der Rangfolge der abnehmenden mittleren Leistungen an  $N$ -ter Stelle und das an  $(N+1)$ -ter Stelle stehende Empfangssignal ausgewertet. Als Maß für den Abstand kann beispielsweise die absolute Betragsdifferenz der Signale oder das Verhältnis der

Signale ausgewertet werden. Ist der Abstand größer als ein vorgegebener Schwellenwert, so wird das Ergebnis der in der vorstehenden Art und Weise vorgenommenen Zuordnung als (mit ausreichender Sicherheit) zutreffend angesehen. Andernfalls

5 wird wenigstens ein weiteres Entscheidungskriterium zur Zuordnung der Empfangssignale bzw. den betreffenden Sendeeinheiten zu den Sendergruppen bzw. deren örtlichen Bereichen und/oder ein weiteres Kriterium zur Prüfung der Sicherheit der korrekten Zuordnung, vorzugsweise unter Verwendung weiterer charakteristischer Größen der Empfangssignale, verwendet.

10 Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird das Endergebnis der Zuordnung nur dann als korrekt erkannt, wenn alle Zuordnungsergebnisse unter Verwendung des einen oder der mehreren

15 weiteren Entscheidungskriterien mit dem ersten Zuordnungsergebnis übereinstimmen, ggf. auch dann, wenn das erste und auch alle weiteren Entscheidungskriterien zur Prüfung der Sicherheit einer korrekten Zuordnung ein negatives Ergebnis liefern. Die Zuordnung kann auch dann als korrekt anerkannt

20 werden, wenn auch die Anwendung des letzten Kriteriums zur Prüfung der Sicherheit der Zuordnung ergeben sollte, dass die Sicherheit der Zuordnung ungenügend ist. In diesem Fall kann infolge der Übereinstimmung der Zuordnungsergebnisse als solche von einer ausreichenden Sicherheit ausgegangen werden.

25

Andernfalls wird das Zuordnungsergebnis verworfen und ggf. ein Fehlersignal erzeugt.

Das Verfahren läuft also insgesamt wie folgt ab: Zunächst

30 wird eine Zuordnung der Sendeeinheiten zu den Sendergruppen bzw. deren örtlichen Bereichen durch die Auswertung der Mittelwerte der Empfangssignale vorgenommen und die Sicherheit der Zuordnung durch die Anwendung des ersten Kriteriums zur

Überprüfung der Sicherheit bewertet. Im Fall einer ausreichenden Sicherheit wird das Verfahren beendet. Andernfalls wird ein weiteres Kriterium zur Zuordnung der Sendeeinheiten angewendet und das Ergebnis durch ein weiteres Sicherheitskriterium überprüft. Handelt es sich hierbei um das letzte, für das konkrete Verfahren zur Verfügung stehende Kriterium, so wird bei Übereinstimmung der Zuordnungsergebnisse auch dann von einer korrekten Zuordnung ausgegangen, wenn das letzte Sicherheitskriterium ein negatives Ergebnis liefert, d.h. eine nicht ausreichende Sicherheit (bei der Anwendung des letzten Kriteriums zur Zuordnung) anzeigt. Stimmen die Zuordnungsergebnisse nicht überein, so wird das Verfahren mit einer Fehlermeldung abgebrochen und ggf. ein Fehlersignal erzeugt. Handelt es sich nicht um das letzte, für das konkrete Verfahren zur Verfügung stehende Kriterium, so wird bei einem negativen Ergebnis bei der Überprüfung der Sicherheit das nächste anzuwendende Kriterium herangezogen etc.

Bei der bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens werden die Empfangssignale intermittierend abgetastet oder es werden intermittierende Sendesignale verwendet. Beispielsweise kann jede Sendeeinheit in vorbestimmten Abständen (z.B. alle 5 s) ihr Telegramm senden, das sowohl einen Identifikationscode als auch zu übertragende Informationen enthält. Das Telegramm kann aus mehreren Teilen bestehen, z.B. mehrere zeitlich kurze Teile, in denen tatsächlich ein Signal übertragen wird, welche jeweils durch eine Pause bestimmter zeitlicher Dauer getrennt sind.

Die einzelnen Telegrammteile, in denen eine Signalübertragung erfolgt, können so kurz sein, dass für diese jeweils ein diskreter Wert für den Mittelwert des betreffenden modulierten Signal erfasst werden kann, ohne eine allzu große integri-

rende Wirkung hinsichtlich der zeitlichen Abhängigkeit des Signals von einer möglichen Änderung der Winkelstellung des betreffenden Rades zu erzeugen. Als weitere charakteristische Größe für die Empfangssignale kann dann die Anzahl dieser

5 diskreten Empfangssignalwerte ermittelt werden, die größer bzw. kleiner ist als ein vorgegebener Entscheider-Schwellenwert, wobei vorzugsweise eine Mindestanzahl von solchen diskreten Empfangssignalwerten für jedes Empfangssignal erfasst wird und für jedes Empfangssignal die relative Häufigkeit der oberhalb bzw. unterhalb des Schwellenwertes liegenden Empfangssignalwerte bestimmt wird.

10 Die Zuordnung kann dann in der Weise erfolgen, dass diejenigen  $N$  Empfangssignale bzw. Sendeeinheiten der ersten Sendergruppe zugeordnet werden, für die sich die  $N$  größten relativen Häufigkeiten ergeben. Die Zuordnung zur zweiten Sendergruppe erfolgt für diejenigen  $M$  Empfangssignale bzw. Sendeeinheiten, für die sich die  $M$  kleinsten relativen Häufigkeiten ergeben.

20

Die Zuordnung kann dabei ganz allgemein durch das Erfassen des Identifikationscodes des betreffenden Empfangssignals und dessen Zuordnen zur betreffenden Sendergruppe erfolgen.

25 Als Test hinsichtlich der Sicherheit der Zuordnung unter Verwendung der ermittelten relativen Häufigkeitswerte kann die minimale Betragsdifferenz der relativen Häufigkeitswerte für alle Empfangssignale der ersten und zweiten Sendergruppe ermittelt (d.h. die Betragsdifferenz des minimalen relativen Häufigkeitswertes für ein Empfangssignal aus der ersten Sendergruppe und des maximalen relativen Häufigkeitswertes für ein Empfangssignal aus der zweiten Sendergruppe) und mit einem vorgegebenen weiteren Sicherheitsschwellenwert verglichen

werden, wobei ein positives Testergebnis angenommen wird, wenn die minimale Betragsdifferenz größer ist als der weitere Sicherheitsschwellenwert und wobei ein negatives Testergebnis angenommen wird, wenn die minimale Betragsdifferenz kleiner ist als der weitere Sicherheitsschwellenwert.

5 Nach der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird der Entscheider-Schwellenwert in Abhängigkeit von charakteristischen Parametern der betreffenden Empfangssignale bestimmt.

10 Der Entscheider-Schwellenwert kann dabei beispielsweise abhängig von den erfassten Mittelwerten des kleinsten Empfangssignals der ersten Sendergruppe und des größten Empfangssignals der zweiten Sendergruppe ermittelt werden, vorzugsweise als relativer Abstand von einem der Mittelwerte dieser beiden 15 Empfangssignale oder als Verhältnis in Bezug auf einen der Mittelwerte dieser beiden Empfangssignale.

Durch dieses Verfahren kann eine Drift in den mittleren Leistungen der Empfangssignale kompensiert werden. Dabei wird

20 vorzugsweise in einem Ausgangszustand des Verfahrens für den Entscheider-Schwellenwert ein vorgegebener Startwert verwendet. Bei einem wiederholten Durchführen des Verfahrens kann dann jeweils der im vorangegangenen Zuordnungsvorgang neu bestimmte Entscheider-Schwellenwert im darauffolgenden Verfahren 25 verwendet werden. Hierdurch ergibt sich der Vorteil einer geringen erforderlichen Rechenleistung und Speicherkapazität. Denn es muss für jedes Empfangssignal lediglich ein Zähler geführt werden, der die Anzahl der Werte oberhalb oder unterhalb des Entscheider-Schwellenwertes repräsentiert.

30

30 Spielt die Rechenleistung und Speicherkapazität keine Rolle, so können selbstverständlich auch alle diskreten Werte für die Empfangssignale gespeichert und im Rahmen einer entspre-

chenden Auswertung der optimale Entscheider-Schwellenwert bestimmt werden. Dieser kann dann auch für das laufende Zuordnungsverfahren verwendet werden.

5 Weitere Ausführungsformen des Verfahrens und der Einrichtung nach der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

10 Die Erfindung wird nachfolgend an Hand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der Zeichnung zeigen

15 Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs mit einer Einrichtung für das Überwachen wenigstens eines Parameters für mehrere Fahrzeugräder und

Fig. 2 Diagramme mit beispielhaften fiktiven Verläufen von Empfangssignalen, abhängig von der Winkelposition des betreffenden Rades.

20 Das in Fig. 1 schematisch dargestellte Fahrzeug 1 weist eine Einrichtung 3 zur Überwachung mindestens eines Parameters für mehrere Räder des Fahrzeugs 1 auf, welche eine zentrale Auswerte- und Steuereinheit 5 und vier Detektoreinheiten 7, 9, 11, 13 umfasst. Die Einrichtung 3 umfasst bzw. dient gleichzeitig als Einrichtung zur Lokalisierung der Position von Sendeeinheiten. Jede der Detektoreinheiten 7, 9, 11, 13 ist einem der Räder 15, 17, 19, 21 des Fahrzeugs 1 zugeordnet bzw. an diesem und mit diesem rotierbar angeordnet.

30 Jede der Detektoreinrichtungen 7, 9, 11, 13 umfasst eine Sendeeinheit 7a, 9a, 11a, 13a. Jede der Sendeeinheiten 7a, 9a, 11a, 13a sendet zu vorbestimmten Zeiten ein kurzes Frequenz- oder phasenmoduliertes Signal, welches als Information eine

für jede Detektoreinrichtung 7, 9, 11, 13 spezifische Kennung und ggf. einen Wert für den zu überwachenden Parameter des Rades umfasst. Letzteres ist jedoch im Zuordnungsmodus nicht erforderlich. Die spezifische Kennung und der Wert des Parameters sind vorzugsweise in Form digitaler Informationen bzw. in Form eines digitalen Signals realisiert, welches als Modulationssignal für das Trägersignal des Sendesignals verwendet wird.

10 Die von den Detektoreinheiten 7, 9, 11, 13 bzw. deren Senderseinheiten 7a, 9a, 11a, 13a gesendeten Signale werden von der Auswerte- und Steuereinheit 5 mittels einer von dieser umfassten Empfangseinheit 23 empfangen. Die Empfangseinheit 23 demoduliert das Empfangssignal und ermöglicht der Auswerte- und Steuereinheit 5 somit die Auswertung der vorzugsweise digitalen Informationssignale, also der spezifischen Kennung und des Wertes für den zu überwachenden Parameter. Letzteres ist jedoch lediglich im normalen Überwachungsmodus zwingend erforderlich.

20

Die Auswerte- und Steuereinheit 5 führt eine Kollisionsüberwachung durch, welche für den Fall, dass mehrere Detektoreinheiten 7, 9, 11, 13 gleichzeitig senden, eine Auswertung unterbindet.

25

Um den Aufwand für eine bidirektionale Signalübertragung zwischen den Detektoreinheiten und der Auswerte- und Steuereinheit zu vermeiden, können die Detektoreinheiten so ausgebildet sein, dass sie ihre Signale in zufälligen zeitlichen Abständen senden, wobei selbstverständlich für den zeitlichen Abstand ein bestimmter Wertebereich vorgesehen sein kann. Auf diese Weise wird vermieden, dass zwei Detektoreinheiten über

einen längeren Zeitraum immer zu den selben Zeiten gleichzeitig senden.

Das periodisch gesendete Signal (Telegramm) kann beispielweise 5 in einem vorgegebenen Abstand von einigen wenigen Sekunden gesendet werden und eine Telegrammdauer von einigen Hundert Millisekunden aufweisen. Das Telegramm kann aus mehreren Teilen bestehen, z.B. mehrere zeitlich kurze Teile, in denen tatsächlich ein Signal übertragen wird, welche jeweils 10 durch eine Pause bestimmter zeitlicher Dauer getrennt sind.

Im normalen Betriebsfall kann die Auswerte- und Steuereinheit 5 alleine aus der spezifischen Kennung eines Empfangssignals eine Zuordnung des Wertes für den zu überwachenden Parameter 15 zur Radposition treffen, da in einem zuvor durchgeföhrten Zuordnungsmodus die Zuordnung jeder spezifischen Kennung zu einer Radposition getroffen und gespeichert wurde.

Der Zuordnungsmodus kann bspw. dadurch aktiviert werden, dass 20 jede der Detektoreinheiten 7, 9, 11, 13 einen Sensor (nicht dargestellt) umfasst, der auf Beschleunigungen reagiert, wobei die Detektoreinheiten in den Zuordnungsmodus schalten, wenn für eine bestimmte Zeitspanne keine Beschleunigung und damit keine Raddrehung detektiert wird. Im Zuordnungsmodus 25 können die Signale in kürzeren Abständen ausgesandt werden, als dies im Normalbetrieb erforderlich ist. Hierdurch wird eine schnellere Durchführung des Zuordnungsprozesses ermöglicht. Die Signale müssen im Zuordnungsmodus nicht zwingend auch Informationen über einen Wert des zu überwachenden Parameters 30 beinhalten. Vielmehr genügt in diesem Fall, wenn das Signal die spezifische Kennung der betreffenden Detektoreinheit 7, 9, 11, 13 beinhaltet.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass die zeitliche Dauer eines Signals (gemeint ist hier die Dauer eines Telegrammteils, während dessen tatsächlich ein Signal übertragen wird) sowohl

im Normalbetrieb als auch im Zuordnungsmodus klein gegenüber  
5 der zeitlichen Dauer ist, die ein Rad bei einer maximal zu-  
lässigen Geschwindigkeit für eine volle Umdrehung benötigt.  
Typischerweise beträgt die zeitliche Dauer eines Signals ca.  
1 Millisekunde bis 100 Millisekunden, bspw. 10 Millisekunden.  
Diese kurze Signaldauer ermöglicht es, über die mittlere Sig-  
10 nalleistung am Empfangsort der Auswerte- und Steuereinheit 5  
die zugehörige Winkelstellung des betreffenden Rades zu cha-  
rakterisieren, ohne dass durch die Rotation des Rades ein un-  
erwünschter integrierender Effekt erzeugt wird.

15 Im Zuordnungsmodus erfasst die Auswerte- und Steuereinheit 5  
die mittlere Signalleistung am Empfangsort, wobei hierzu die  
Empfangseinheit 23 ein Signal erzeugt, das ein Maß für die  
mittlere Signalleistung des empfangenen phasen- oder fre-  
quenzmodulierten Signals darstellt.

20 Fig. 2 zeigt ein fiktives Beispiel für die vier Signalverläufe  
der Empfangssignale der einzelnen Sendeeinheiten 7a, 9a,  
11a, 13a abhängig von der Winkelposition der betreffenden Räder.  
Da im beschriebenen Ausführungsbeispiel immer nur ein  
25 kurzer Telegrammabschnitt des Signals bzw. dessen Mittelwert  
erfasst wird, ergäben sich die in Fig. 2 dargestellten Sig-  
nalverläufe, wenn für jedes Empfangssignal eine Vielzahl von  
derart diskreten Werten erfasst und der Winkelposition zuge-  
ordnet würden.

30 Bei der gewünschten einfachen Auswertung soll jedoch mög-  
lichst der Rechen- und Speicheraufwand gering gehalten wer-  
den, so dass auch möglichst auf eine Erfassung der Winkel-

stellung der Räder verzichtet wird. Auch auf eine Speicherung der einzelnen diskreten Werte für die jeweiligen Empfangssignale soll nach Möglichkeit verzichtet werden.

5 Hierzu können die einzelnen diskreten Werte der Empfangssignale aufsummiert und gemittelt werden. Dabei steuert die Auswerte- und Steuereinheit den Erfassungsvorgang so, dass für jedes Empfangssignal eine Mindestanzahl von Werten, beispielsweise 64 Werte, erfasst werden. Es ist hierbei nicht erforderlich, dass für jedes Empfangssignal die selbe Anzahl von diskreten Werten erfasst wird.

10 Die so für jedes Empfangssignal bestimmten Mittelwerte (in Fig. 2 als Strichpunktlinien eingezeichnet) können dann für den Zuordnungsvorgang verwendet werden. Aus Gründen einer einfacheren und sicheren Lokalisierung (Zuordnung eines Empfangssignals zu einer Sendeeinheit bzw. deren örtlichen Position) wird im Folgenden nur eine Achsenlokalisierung vorgenommen. Dabei soll für ein bestimmtes Empfangssignal nur 15 festgelegt werden, ob sich die betreffende Sendeeinheit an Radpositionen an der Vorder- oder Hinterachse des Fahrzeugs befindet. Da im Regelfall standardisierte Sendeeinheiten mit in etwa gleicher Sendeleistung verwendet werden, wird die Empfangsantenne der Empfangseinheit vorzugsweise unsymmetrisch 20 im Fahrzeug angeordnet, beispielsweise, wie in Fig. 1 dargestellt, näher an der Vorderachse des Fahrzeugs 1. Die 25 gemittelten diskreten Werte der Empfangssignale werden daher für die Sendeeinheiten 7a, 9a an den Radpositionen an der Vorderachse höher sein als die gemittelten diskreten Werte 30 der Empfangssignale für die Sendeeinheiten 11a, 13a an den Radpositionen an der Hinterachse. Dies ist auch aus den fiktiven Signalverläufen in Fig. 2 ersichtlich. Für die Empfangssignale in den Fig. 2a und 2b für die Sendeeinheiten an

den Radpositionen der Hinterachse ergeben sich niedrigere Mittelwerte als für die Sendeeinheiten und den Radpositionen der Vorderachse. Die Mittelwerte an den Radpositionen der selben Achse sind jedoch kaum zu unterscheiden.

5

Die Zuordnung, die im Zuordnungsmodus der Auswerte- und Steuereinheit (5) vorgenommen wird, kann in diesem einfachen Fall einer Achsenlokalisierung einfach dadurch erfolgen, dass die beiden Empfangssignale mit den höheren Mittelwerten der Vorderachse und die beiden Empfangssignale mit den niedrigeren Mittelwerten der Hinterachse zugeordnet werden. Die eigentliche Zuordnung erfolgt durch das Speichern des Identifikationscodes der Sendeeinheiten zur betreffenden Ortsinformation oder Ortsbereichsinformation (also beispielsweise „Vorderachse“ oder „Hinterachse“).

10

15

Auch die Unterschiede in den Mittelwerten unterschiedlicher Achsen können jedoch relativ gering sein, so dass überprüft werden soll, ob die so vorgenommene Zuordnung bzw. Lokalisierung mit ausreichender Sicherheit erfolgt ist.

20

Hierzu kann der minimale Abstand der Mittelwerte der Empfangssignale der beiden Sendeeinheiten an der Vorderachse von den Mittelwerten der Empfangssignale der beiden Sendeeinheiten an der Hinterachse bestimmt werden. Mit anderen Worten, es wird der niedrigste Mittelwert des betreffenden Empfangssignals einer Sendeeinheit an der Vorderachse mit dem höchsten Mittelwert des betreffenden Empfangssignals einer Sendeeinheit an der Hinterachse verglichen. Anstelle der Verwendung einer absoluten Betragsdifferenz der zu vergleichenden Werte empfiehlt sich das Verwenden eines Verhältnisses der beiden Werte, wobei die Sicherheit einer korrekten Lokalisierung mit dem Abstand des Quotienten von 1 steigt. Im Folgen-

25

30

den wird angenommen, dass der Quotient so gebildet wird, dass im Zähler der jeweils höhere Wert und im Nenner der jeweils niedrigere Wert steht, der Quotient also grundsätzlich größer als 1 ist. Das so ermittelte Verhältnis wird mit einem Sicherheitsschwellenwert verglichen wobei eine korrekte Zuordnung angenommen wird, wenn der Quotient größer ist als der Sicherheitsschwellenwert. In diesem Fall wird der Lokalisierungsprozess beendet.

5 10 Liegt der Quotient unterhalb des Sicherheitsschwellenwertes so wird ein weiteres Kriterium für die Zuordnung verwendet.

Hierzu eignet sich beispielsweise die Anzahl der erfassten diskreten Werte für jedes der Empfangssignale die oberhalb 15 eines vorgegebenen Entscheider-Schwellenwertes liegen. Diesen Entscheiderschwellenwert wird man vorzugsweise so wählen, dass er zwischen dem niedrigsten Mittelwert der Empfangssignale der Sendeeinheiten an der Vorderachse und dem größten Mittelwert der Empfangssignale der Sendeeinheiten an der Hin- 20 terachse liegt. Die optimale Lage des Entscheider-

Schwellenwertes ist dabei abhängig vom fiktiven Verlauf der Empfangssignale als Funktion der Radstellung (vgl. Fig. 2).

Als Startwert für den Entscheider-Schwellenwert kann ein vorgegebener fester Wert oder ein Wert mit einem vorgegebenen 25 Abstand vom kleinsten Mittelwert der Empfangssignale der Sendeeinheiten an der Vorderachse gewählt werden. Der Abstand kann dabei als Absolutwert vorgegeben sein oder als Verhältnis in Bezug auf den betreffenden Mittelwert.

30 Der Entscheider-Schwellenwert kann auch bei jedem Lokalisationsprozess neu bestimmt werden. Der jeweils neue Entscheider-Schwellenwert kann jedoch für den Fall, dass die einzelnen

erfassten, diskreten Mittelwerte nicht gespeichert werden, erst im nächsten Lokalisierungsprozess verwendet werden.

5 Hierdurch ergibt sich ein Verfahren, das sich selbsttätig an mögliche Änderungen von Parametern oder Umgebungsbedingungen anpasst. Insbesondere können so Einflüsse einer Drift der Sendeleistung kompensiert bzw. abgemildert werden.

10 Die Zuordnung bzw. Lokalisierung erfolgt dann wieder so, dass die beiden Empfangssignale, welche die meisten Werte oberhalb des Entscheider-Schwellenwerts liefern, bzw. die betreffenden Sendeeinheiten der Vorderachse zugeordnet werden und die beiden Empfangssignale, welche die wenigsten Werte oberhalb des Entscheider-Schwellenwerts liefern, bzw. die betreffenden 15 Sendeeinheiten der Hinterachse. Anstelle der absoluten Anzahlen für die Werte oberhalb des Entscheider-Schwellenwerts können auch relative Häufigkeiten verwendet werden. Diese werden ermittelt, in dem die absoluten Anzahlen durch die Anzahl der für das betreffende Empfangssignal tatsächlich detektierten Werte dividiert werden.

20 Auch das Zuordnungsergebnis, das mit diesem weiteren Entscheidungskriterium ermittelt wird, kann hinsichtlich des Vorliegens einer ausreichenden Sicherheit mit einem geeigneten Sicherheitskriterium überprüft werden. Beispielsweise kann hierzu der Abstand der relativen Häufigkeiten der Empfangssignale überprüft werden, die die zweit- und drittgrößten Häufigkeiten aufweisen; Mit anderen Worten, es wird dasjenige Empfangssignal herangezogen, das nach dem betreffenden 25 Zuordnungskriterium der Vorderachse zugeordnet ist und von den Empfangssignalen der Sendeeinheiten der Vorderachse den geringsten Häufigkeitswert aufweist, und dasjenige Empfangssignal, das nach dem betreffenden Zuordnungskriterium der

Hinterachse zugeordnet ist und von den Empfangssignalen der Sendeeinheiten der Hinterachse den größten Häufigkeitswert aufweist. Der Abstand der relativen Häufigkeiten kann dabei wieder relativ, d.h. als Verhältnis, oder absolut ausgedrückt

5 werden. Durch einen Vergleich des Abstands mit einem weiteren vorgegebenen Sicherheitsschwellenwert kann eine Aussage hinsichtlich einer ausreichenden oder nicht ausreichenden Sicherheit für die nach dem betreffenden Zuordnungskriterium vorgenommene Zuordnung getroffen werden.

10

Ergibt die Anwendung dieses weiteren Zuordnungskriteriums dieselbe Zuordnung wie das zuvor angewendete Zuordnungskriterium, und ergibt dieser Sicherheitstest eine positive Aussage, d.h. ist der Abstand größer als der Sicherheitsschwellenwert (für den Fall, dass die relativen Häufigkeiten durch die Bildung eines Verhältnisses verglichen werden, sei wieder ein Quotient größer als 1 angenommen), so wird der Zuordnungsprozess erfolgreich beendet.

15 20 Führt die Zuordnung zu einem anderen Ergebnis, wird das Verfahren erfolglos abgebrochen und erneut gestartet und/oder ein Fehlersignal oder eine Fehlermeldung erzeugt.

25 Für den Fall, dass die Zuordnung zum selben Ergebnis führt, der Sicherheitstest jedoch keine ausreichende Sicherheit signalisiert, wird nach dem hier erläuterten speziellen Ausführungsbeispiel noch ein drittes Zuordnungskriterium verwendet.

30 Hierzu wird während des Erfassens der diskreten Mittelwerte für die Empfangssignale jeweils das Maximum oder Minimum bestimmt. Auch dabei wird angenommen, dass die Empfangssignale von Sendeeinheiten an der Vorderachse jeweils größere Maxima bzw. kleinere Minima aufweisen als die Empfangssignale der

Sendeeinheiten an der Hinterachse, und eine entsprechende Zuordnung vorgenommen.

Führt diese Zuordnung ebenfalls zum selben Ergebnis, wie die Anwendung der beiden zuvor erläuterten Zuordnungskriterien, so wird das Verfahren erfolgreich beendet, andernfalls erfolglos abgebrochen und neu gestartet und/oder ein Fehlersignal erzeugt.

10 Selbstverständlich kann jedoch auch für dieses Verfahren noch ein entsprechendes Sicherheitskriterium verwendet werden, beispielsweise der Abstand der Maxima bzw. Minima, der analog zu den oben beschriebenen Verfahren bestimmt und mit einem Sicherheitsschwellenwert verglichen werden kann. Im Fall einer negativen Sicherheitsaussage könnte dann auch ein erfolgloser Abbruch des Verfahrens vorgenommen werden.

20 Damit ergibt sich insgesamt ein Verfahren und eine Einrichtung, die es ermöglichen, auf einfachste Weise und mit der erforderlichen Sicherheit eine Zuordnung bzw. Lokalisierung von Empfangssignalen bzw. entsprechenden Sendeeinheiten zu Ortspositionen oder -bereichen vorzunehmen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Lokalisierung der Position wenigstens zweier Sendeeinheiten, insbesondere für das Überwachen mindestens eines Parameters für mehrere Fahrzeugräder eines KFZ,

5 (a) bei dem ein Teil N der Sendeeinheiten einer ersten Sendergruppe und der andere Teil M der Sendeeinheiten einer zweiten Sendergruppe zugeordnet ist und wobei jeder Sendergruppe ein örtlicher Bereich zugeordnet ist,

10 (b) bei dem die Sendesignale der Sendeeinheiten mittels einer Empfangsantenne einer Empfangseinheit einer Auswerte- und Steuereinheit (5) erfasst werden,

15 (c) wobei die Empfangssignale so beschaffen sind, dass die jeweils zeitlich über eine große Zeitspanne gemittelten Empfangsleistungen der Empfangssignale von Sendern der ersten Sendergruppe in jedem Fall hinreichend größer sind als die Empfangssignale von Sendern der zweiten Sendergruppe,

20 (d) bei dem die Empfangsleistungen der wenigstens zwei Empfangssignale über eine vorbestimmte Zeitspanne oder eine vorbestimmte Anzahl von diskret abgetasteten Werten der Empfangsleistung oder über eine vorbestimmte Anzahl von intermittierend gesendeten Signalen gemittelt werden,

25 (e) bei dem die N Empfangssignale, welche die N größten Mittelwerte aufweisen, bzw. die betreffenden Sen-

5 dereinheiten der ersten Sendergruppe und die M Empfangssignale, welche die M kleinsten Mittelwerte aufweisen, bzw. die betreffenden Sendereinheiten der zweiten Sendergruppe zugeordnet werden,

5

10 (f) bei dem das Empfangssignal der ersten Sendergruppe mit dem kleinsten Mittelwert und das Empfangssignal der zweiten Sendergruppe mit dem größten Mittelwert bestimmt und der Betrag der Differenz dieser Mittelwerte oder das Verhältnis dieser Mittelwerte mit einem vorgegebenen Sicherheitsschwellenwert verglichen wird,

10

15

(g) bei dem die Zuordnung der Empfangssignale bzw. der betreffenden Sendeeinheiten zur ersten oder zweiten Sendergruppe bzw. zu den diesen zugeordneten örtlichen Bereichen nur dann als korrekt erkannt wird, wenn die Betragsdifferenz oder das Verhältnis der Mittelwerte größer ist als der Sicherheitsschwellenwert, und

20

25

(h) bei dem für den Fall, dass die Betragsdifferenz oder das Verhältnis der Mittelwerte kleiner ist als der Sicherheitsschwellenwert, wenigstens ein weiteres Entscheidungskriterium zur Zuordnung der Empfangssignale bzw. den betreffenden Sendeeinheiten zu den Sendergruppen bzw. deren örtlichen Bereichen und/oder ein weiteres Kriterium zur Prüfung der Sicherheit der korrekten Zuordnung, vorzugsweise unter Verwendung weiterer charakteristischer Größen der Empfangssignale, verwendet wird.

30

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Endergebnis der Zuordnung nur dann als korrekt erkannt wird, wenn alle Zuordnungsergebnisse unter Verwendung des einen oder der mehreren weiteren Entscheidungskriterien mit dem ersten Zuordnungsergebnis übereinstimmen, ggf. auch dann, wenn das erste und auch alle weiteren Entscheidungskriterien zur Prüfung der Sicherheit einer korrekten Zuordnung ein negatives Ergebnis liefern.

5

10 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangssignale intermittierend abgetastet werden oder intermittierende Sendesignale verwendet werden und dass als weitere charakteristische Größe für die Empfangssignale die Anzahl der diskreten Empfangssignalwerte ermittelt wird, die größer bzw. kleiner ist als ein vorgegebener Entscheider-Schwellenwert, wobei vorzugsweise eine Mindestanzahl von diskreten Empfangssignalwerten für jedes Empfangssignal erfasst wird und für jedes Empfangssignal die relative Häufigkeit der oberhalb bzw. unterhalb des Schwellenwertes liegenden Empfangssignalwerte bestimmt wird.

15

20

25 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Test hinsichtlich der Sicherheit der Zuordnung unter Verwendung der ermittelten relativen Häufigkeitswerte die minimale Betragsdifferenz der relativen Häufigkeitswerte für alle Empfangssignale der ersten und zweiten Sendergruppe ermittelt und mit einem vorgegebenen weiteren Sicherheitsschwellenwert verglichen wird, wobei ein positives Testergebnis angenommen wird, wenn die minimale Betragsdifferenz größer ist als der weitere Sicherheitsschwellenwert und wobei ein negatives Testergebnis ange-

30

nommen wird, wenn die minimale Betragsdifferenz kleiner ist als der weitere Sicherheitsschwellenwert.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Entscheider-Schwellenwert in Abhängigkeit von charakteristischen Parametern der betreffenden Empfangssignale bestimmt wird.
- 10 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Entscheider-Schwellenwert abhängig von den erfassten Mittelwerten des kleinsten Empfangssignals der ersten Sendergruppe und des größten Empfangssignals der zweiten Sendergruppe ermittelt wird, vorzugsweise als relativer Abstand von einem der Mittelwerte dieser beiden Empfangssignale oder als Verhältnis in Bezug auf einen der Mittelwerte dieser beiden Empfangssignale.
- 15 7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Ausgangszustand des Verfahrens für den Entscheider-Schwellenwert ein vorgegebener Startwert verwendet wird, und bei einem wiederholten Durchführen des Verfahrens, jeweils der im vorangegangenen Zuordnungsvorgang neu bestimmte Entscheider-Schwellenwert im darauffolgenden Verfahren verwendet wird.
- 20 8. Einrichtung zur Lokalisierung der Position wenigstens zweier Sendeeinheiten, insbesondere für das Überwachen mindestens eines Parameters für mehrere Fahrzeugräder eines KFZ,  
25
- 30 (a) wobei ein Teil N der Sendeeinheiten einer ersten Sendergruppe und der andere Teil M der Sendeeinheiten einer zweiten Sendergruppe zugeordnet ist und wobei

jeder Sendergruppe ein örtlicher Bereich zugeordnet ist,

5 (b) mit einer Auswerte- und Steuereinheit (5), welche eine Empfangseinheit mit einer Empfangsantenne zur Erfassung der Sendesignale der Sendeeinheiten umfasst,

10 (c) wobei die Empfangssignale, insbesondere durch eine geeignete Positionierung der Empfangsantenne, so beschaffen sind, dass die jeweils zeitlich über eine große Zeitspanne gemittelten Empfangsleistungen der Empfangssignale von Sendern der ersten Sendergruppe in jedem Fall hinreichend größer sind als die Empfangssignale von Sendern der zweiten Sendergruppe,

15 (d) wobei die Auswerte- und Steuereinheit jeweils die Empfangsleistungen der wenigstens zwei Empfangssignale über eine vorbestimmte Zeitspanne erfasst und mittelt oder eine jeweils vorbestimmte Anzahl von Werten der Empfangsleistung der Empfangssignale diskret abtastet und mittelt oder jeweils eine vorbestimmte Anzahl von intermittierend gesendeten Signalen erfasst und mittelt,

20 (e) wobei die Auswerte- und Steuereinheit (5) die N Empfangssignale, welche die N größten Mittelwerte aufweisen, bzw. die betreffenden Sendereinheiten der ersten Sendergruppe und die M Empfangssignale, welche die M kleinsten Mittelwerte aufweisen, bzw. die betreffenden Sendereinheiten der zweiten Sendergruppe zuordnet,

25

30

5 (f) wobei die Auswerte- und Steuereinheit das Empfangs-  
signal der ersten Sendergruppe mit dem kleinsten Mit-  
telwert und das Empfangssignal der zweiten Sender-  
gruppe mit dem größten Mittelwert bestimmt und den  
Betrag der Differenz dieser Mittelwerte oder das Ver-  
hältnis dieser Mittelwerte mit einem vorgegebenen Si-  
cherheitsschwellenwert vergleicht,

10 (g) wobei die Auswerte- und Steuereinheit (5) die Zuord-  
nung der Empfangssignale bzw. der betreffenden Sende-  
einheiten zur ersten oder zweiten Sendergruppe bzw.  
zu den diesen zugeordneten örtlichen Bereichen nur  
dann als korrekt erkennt, wenn die Betragsdifferenz  
oder das Verhältnis der Mittelwerte größer ist als  
15 der Sicherheitsschwellenwert, und

20 (h) wobei die Auswerte- und Steuereinheit (5) für den  
Fall, dass die Betragsdifferenz oder das Verhältnis  
der Mittelwerte kleiner ist als der Sicherheits-  
schwellenwert, wenigstens ein weiteres Entscheidungs-  
kriterium zur Zuordnung der Empfangssignale bzw. den  
betreffenden Sendeeinheiten zu den Sendergruppen bzw.  
deren örtlichen Bereichen und/oder ein weiteres Kri-  
terium zur Prüfung der Sicherheit der korrekten Zu-  
ordnung, vorzugsweise unter Verwendung weiterer cha-  
rakteristischer Größen der Empfangssignale, verwen-  
det.

25 9. Einrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass  
30 die Auswerte- und Steuereinheit auch Verfahrensschritte  
nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ausführt.

10. Einrichtung nach Anspruch 8 oder 9 für das Überwachen mindestens eines Parameters für mehrere Fahrzeugräder eines KFZ, dadurch gekennzeichnet, dass in einem KFZ an jeder Radposition eine Sendeeinheit angeordnet ist und dass die Sendeeinheiten an den Radpositionen der Hinterachse der ersten Sendergruppe und die Sendeeinheiten an den Radpositionen der Vorderachse der zweiten Sendergruppe zugeordnet sind.

5  
10

## Zusammenfassung

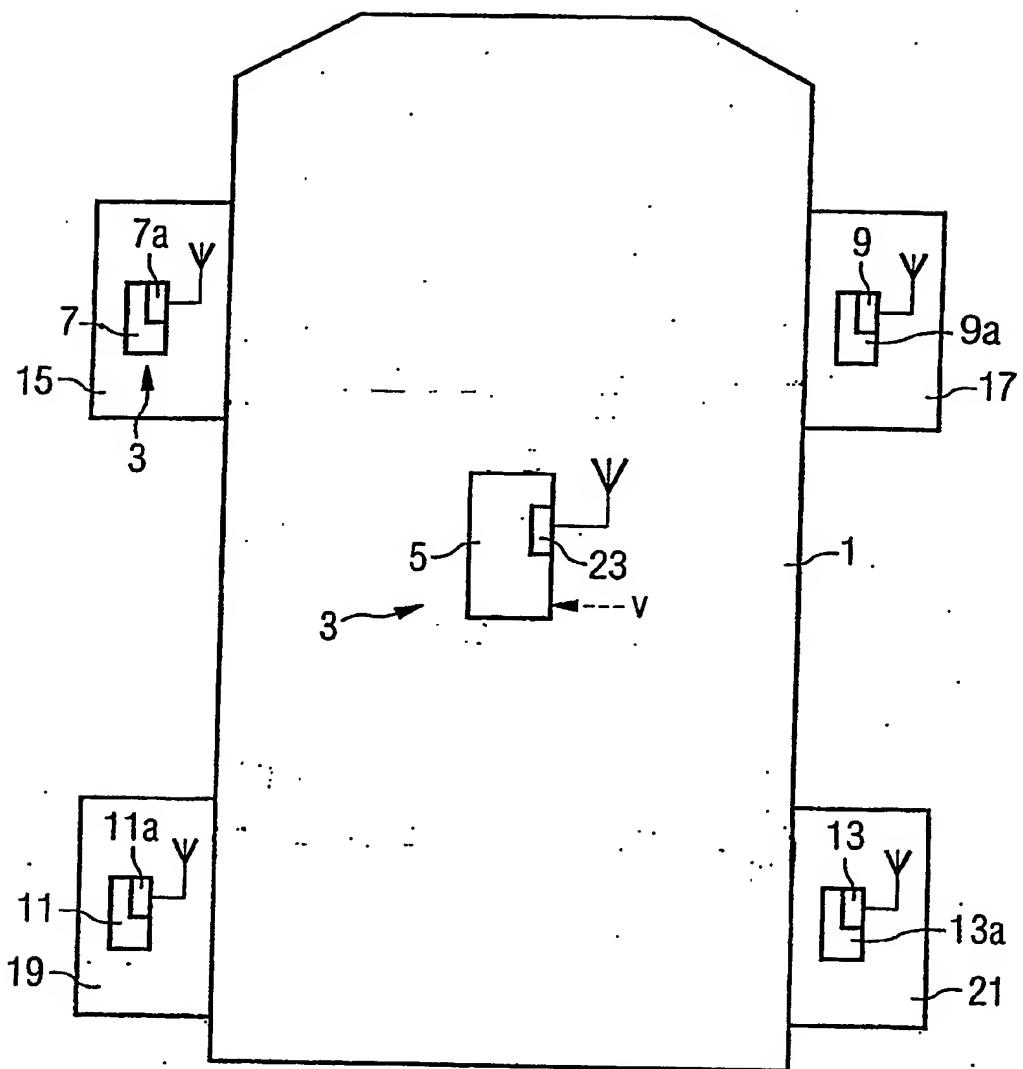
Verfahren und Einrichtung zur Lokalisierung der Position wenigstens zweier Sendeeinheiten, insbesondere für das Überwachen 5 mindestens eines Parameters für mehrere Fahrzeugräder eines KFZ

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Lokalisierung der Position wenigstens zweier Sendeeinheiten, 10 insbesondere für das Überwachen mindestens eines Parameters für mehrere Fahrzeugräder eines KFZ. Es wird die mittlere Leistung der Empfangssignale von einer zentralen Auswerte- und Steuereinheit 5 detektiert. Zur Verbesserung der Sicherheit einer korrekten Lokalisierung werden wenigstens zwei Zuordnungskriterien für das Zuordnen der Empfangssignale bzw. 15 Sendeeinheiten zu Ortspositionen oder Ortsbereichen verwendet, wenn die Überprüfung eines Sicherheitskriteriums für das erste Zuordnungskriterium keine ausreichend hohe Sicherheit für die vorgenommene Zuordnung ergibt.

20

Figur 1

FIG 1



2

FIG 2

